



별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto is a true copy from the records of the Korean Intellectual Property Office.

출원 번호 : 10-2003-0021893  
Application Number

출원 년 월 일 : 2003년 04월 08일  
Date of Application APR 08, 2003

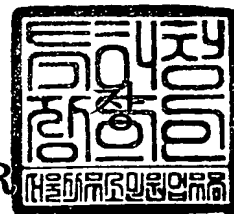
출원인 : 한국과학기술원  
Applicant(s) Korea Advanced Institute of Science and Technol



2004 년 03 월 04 일

특 허 청

COMMISSIONER





## 【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【제출일자】	2003.04.08
【국제특허분류】	G02B
【발명의 명칭】	편광효과에 의한 시스템 열화의 저감방법 및 장치
【발명의 영문명칭】	Method and apparatus for reducing system impairments caused by polarization effects
【출원인】	
【명칭】	한국과학기술원
【출원인코드】	3-1998-098866-1
【대리인】	
【성명】	허진석
【대리인코드】	9-1998-000622-1
【포괄위임등록번호】	2000-029820-0
【발명자】	
【성명의 국문표기】	정윤철
【성명의 영문표기】	CHUNG, Yun Chur
【주민등록번호】	560430-1001518
【우편번호】	305-333
【주소】	대전광역시 유성구 어은동 한빛아파트 101동 1303호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	이준행
【성명의 영문표기】	LEE, Jun Haeng
【주민등록번호】	770324-1221815
【우편번호】	482-832
【주소】	경기도 양주군 백석면 홍죽리 210-6
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	윤천주
【성명의 영문표기】	YOUN, Chun Ju
【주민등록번호】	731227-1896924

【우편번호】	305-701
【주소】	대전광역시 유성구 구성동 373-1 한국과학기술원 전기 및 전자
【국적】	KR
【심사청구】	청구
【취지】	특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의 한 출원심사 를 청구합니다. 대리인 허진석 (인)
【수수료】	
【기본출원료】	20      면                      29,000    원
【가산출원료】	4      면                      4,000    원
【우선권주장료】	0      건                      0    원
【심사청구료】	8      항                      365,000   원
【합계】	398,000    원
【감면사유】	정부출연연구기관
【감면후 수수료】	199,000    원
【첨부서류】	1. 요약서·명세서(도면)_1통

**【요약서】****【요약】**

본 발명은 편광의존이득과 편광의존손실에 의한 영향뿐 아니라 편광모드분산에 의해 생기는 시스템 열화를 최소화하기 위한 방법 및 장치에 관한 것이다. 본 발명의 방법 및 장치의 가장 큰 특징은 한 비트 내에 두개의 수직한 편광성분을 동시에 갖도록 신호를 변조하여 편광 정도를 최소화하고 신호가 편광모드분산을 겪을 경우 NRZ 신호가 RZ 신호로 바뀌게 함으로써 편광모드분산에 의한 비트간 간섭을 줄여준다는 것이다. 종래의 편광모드분산 보상 기술이 단지 편광모드분산에 의한 시스템 열화를 최소화시켜주는 것과는 달리, 본 발명의 방법 및 장치에 의하면 편광모드분산을 겪으면서 광신호의 성능이 개선되는 더 진보적인 효과를 얻을 수 있다.

**【대표도】**

도 1

**【색인어】**

편광효과, 편광모드분산, 편광의존, 차등군속도지연, NRZ, RZ, 변조

**【명세서】****【발명의 명칭】**

편광효과에 의한 시스템 열화의 저감방법 및 장치 {Method and apparatus for reducing system impairments caused by polarization effects}

**【도면의 간단한 설명】**

도 1은 편광모드분산 및 편광의존이득, 그리고 편광의존손실 등 모든 편광효과에 의한 시스템 열화를 줄이기 위한 본 발명의 일 실시예의 방법의 원리를 나타낸 개략적 구성도;

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 장치, 특히 송신단의 개략적 구성도;

도 3은 본 발명의 방법의 유효성을 입증하기 위한 실험의 구성도;

도 4는 도 3의 실험구성에서 차등군속도지연값을 바꾸어 가면서 측정한 수신감도를 나타낸 그래프;

도 5는 도 3의 실험구성에서 여러 가지 차등군속도지연값에 따른 신호의 아이(eye) 모양을 나타낸 도면;

도 6은 도 3의 실험구성에서 차등군속도지연값에 따른 편광정도의 변화를 보여주는 그래프;

도 7은 편광모드분산만을 보상하기 위해 송신단을 간략화시킨 본 발명의 다른 실시예에 따른 방법의 원리를 나타내는 개략적 구성도;

도 8은 도 7에 설명된 방법을 구현하기 위한 본 발명의 다른 실시예에 따른 장치를 나타낸 개략적 구성도; 및

도 9는 도 7에 설명된 방법을 구현하기 위한 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 장치를 나타낸 개략적 구성도이다.

#### 【발명의 상세한 설명】

#### 【발명의 목적】

#### 【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

<10> 본 발명은 일반적으로 광통신 방법 및 장치에 관한 것으로서, 특히, 광통신 시스템에서 나타나는 편광효과에 의한 시스템 열화를 저감시키는 방법 및 장치에 관한 것이다.

<11> 광통신 시스템의 전송속도가 증가되고 전송거리가 늘어남에 따라 편광효과로 인해 발생하는 현상들이 시스템의 성능을 저해하는 중요한 요인으로 대두되고 있다. 예를 들어, 어븀이 첨가된 광섬유 증폭기(EDFA: Erbium-doped fiber amplifier)를 이용한 장거리 광통신 망에서는 편광의존이득 (PDG: polarization-dependent gain)과 편광의존손실 (PDL: polarization-dependent loss)로 인해 광신호 대 잡음비가 나빠져서 시스템의 성능이 심각하게 제한됨이 알려져 있다. 이러한 문제점은 전송되는 광신호의 편광정도(DOP: degree of polarization)를 낮추어 줌으로써 상당히 개선될 수 있기 때문에 전송단에서 신호의 편광을 스�크램블링(scrambling) 해주는 방법이 보편적으로 제안되어져 왔다. 그러나, 편광 스�크램블링은 신호의 편광상태를 수직한 두 편광상태로 균일하게 분포시키므로 편광모드분산(PMD: polarization-mode dispersion)에 의한 영향을 증가시킨다. 따라서, 초고속 장거리 광통신 시스템의 성능을 보장하기 위해서는 편광 스�크램블링 뿐만 아니라 적절한 편광모드분산 보상이 이루어져야 한다.



<12> 이에 대해 국제특허조약에 의한 출원의 공개공보 WO 01/65733호에 개시된 기술에서는, 편광모드 분산의 보상을 위해 송신단에서 신호를 광선로의 기준편광축 중 하나에 인가하는 방법을 이용하는데, 이는 편광모드분산에 의한 영향을 단지 줄여주는 기능만을 수행하기 때문에 편광효과에 의한 광신호의 열화 문제를 능동적으로 해결하기에 미흡하다. 따라서, 편광모드분산에 의한 영향을 줄여줄 뿐 아니라 편광모드분산을 통해 신호의 성능을 개선할 수 있다면 광신호의 열화 문제를 해결하는 데 더욱 효과적일 것이다.

**【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】**

- <13> 따라서, 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는, 편광모드분산 등의 편광효과에 의한 광신호 강도의 감쇠가 발생하지 않고 오히려 수신감도 이득을 얻을 수 있는 시스템 열화의 저감방법 및 장치를 제공하는 것이다.
- <14> 본 발명의 다른 기술적 과제는, 편광모드분산에 의해서 DOP가 증가하는 것을 효과적으로 억제하여 낮은 DOP를 유지할 수 있는, 편광효과에 의한 시스템 열화의 저감방법 및 장치를 제공하는 것이다.

**【발명의 구성 및 작용】**

- <15> 상기 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명의 시스템 열화 저감방법은, 빠른 편광축 및 느린 편광축을 가지는 광선로를 포함하는 광전송 시스템에서 광신호를 전송할 경우 편광효과에 의해 발생하는 시스템 열화를 저감하기 위한 것으로서, 상기 광선로에서의 편광모드분산을 보



상하기 위해 전송하기 전에 송신단에서 광신호를 한 비트 내에서 두개의 서로 수직한 편광성분들을 가지도록 만드는 제1 단계와; 상기 수직한 편광성분들 중 한 편광성분은 상기 광선로의 빠른 편광축에 입사시키고 다른 한 편광성분은 느린 편광축에 입사시켜 편광모드분산을 겪을 경우 펄스 폭이 줄어드는 효과를 이용하여 편광모드분산의 영향을 억제하는 제2 단계를 구비하는 것을 특징으로 한다.

<16> 본 발명의 일 실시예의 방법에 따르면, 상기 제1 단계가:

<17> (a) 데이터 신호에 의해 구동되는 제1 세기 변조기를 이용하여 광원의 출력을 NRZ 신호로 변조하는 단계와;

<18> (b) 상기 데이터 신호와 동기화된 클록 주파수 신호로 구동되는 제2 세기 변조기를 이용하여 상기 NRZ 신호를 RZ 신호로 변조하는 단계와;

<19> (c) 상기 데이터 신호의 주기의 30~70%에 해당하는 차등군속도지연을 유발하는 소자에 상기 RZ 신호를 기준 편광축에 45도 각도로 입사시켜 한 쪽 편광만 상기 데이터 신호의 주기의 30~70% 만큼 지연시키는 단계인 것을 특징으로 한다.

<20> 이 때, 상기 (c) 단계에서 상기 차등군속도지연 유발 소자가 편광유지광섬유인 것이 바람직하다.

<21> 본 발명의 다른 실시예의 방법에 따르면, 상기 제1 단계가:

<22> (a) 데이터 신호에 의해 구동되는 세기 변조기를 이용하여 광원의 출력을 NRZ 신호로 변조하는 단계와;





- <23> (b) 상기 데이터 신호와 동기화된 클록 주파수 신호로 구동되는 편광 스크램블러를 이용하여 상기 NRZ 신호를, 한 비트의 30~70% 비율만 편광을 수직한 편광으로 돌려주는 단계로 이루어져, 송신단의 출력 광신호가 한 비트 내에서 두 개의 편광을 동시에 가지도록 한다.
- <24> 본 발명의 또 다른 실시예의 방법에 따르면, 상기 제1 단계에서, 신호의 편광정도를 최소화하고 편광모드분산에 의해 편광정도가 증가하는 것을 억제하기 위해 인접 비트 간에 두 수직 편광성분 중 한쪽 편광성분은 서로 같은 위상을 가지고 나머지 다른 한쪽의 편광성분은 서로 다른 위상을 갖도록 신호가 변조되는 것이 바람직하다.
- <25> 이 경우, 상기 제1 단계가:
- <26> (a) 데이터 신호에 의해 구동되는 제1 세기 변조기를 이용하여 광원의 출력을 NRZ 신호로 변조하는 단계와;
- <27> (b) 상기 데이터 신호와 동기화된 클록 주파수 신호로 구동되는 제2 세기 변조기를 이용하여 상기 NRZ 신호를 RZ 신호로 변조하는 단계와;
- <28> (c) 상기 클록 주파수 신호의 절반에 해당하는 구형파 또는 정현파로 구동되는 편광 스크램블러를 이용하여, 상기 RZ 신호의 각 인접 비트가 서로 수직한 편광상태를 가지도록 한 비트씩 걸러가면서 편광을 바꾸어주는 단계와;
- <29> (d) 상기 데이터 신호의 주기의 30~70%에 해당하는 차등군속도지연을 유발하는 소자에, 상기 (c) 단계에서 발생시킨 각 비트별로 편광변조된 RZ 신호를 각 비트가 모두 기준 편광축에 45도 각도로 입사되도록 하여 각 비트를 다시 두 편광성분으로 나눈 후, 한쪽 편광성분만 상기 데이터 신호 주기의 30~70% 만큼 지연시키는 단계로 이루어져, 한 비트 내에서 두



개의 편광을 동시에 가지면서, 그 두 편광성분 중 하나는 인접 비트와 동일한 위상을 가지고, 다른 한 편광성분은 인접 비트와 반대의 위상을 가지도록 하는 것이 더욱 바람직하다.

- <30> 본 발명의 일 실시예에 따른, 편광효과에 의한 시스템 열화의 저감 장치는:
- <31> 광원과;
- <32> 데이터신호에 의해 작동되며, 상기 광원으로부터의 출력을 NRZ 신호로 변조하는 제1 세기 변조기와;
- <33> 상기 데이터 신호와 동기화된 클록 주파수 신호로 구동되며, 상기 변조된 NRZ 신호를 RZ 신호로 변조하는 제2 세기 변조기와;
- <34> 상기 클록 신호의 절반의 주파수를 가지는 신호로 구동되며, 상기 변조된 RZ 신호를 각 인접 비트가 서로 수직한 편광을 가지도록 변조된 바꾸어주는 편광 스크램블러와;
- <35> 상기 편광 스크램블링된 신호의 편광방향이 자신의 편광축에 45도 각도로 조절된 상태로 입사되게 하여 편광에 따른 군속도 차이를 발생시키는 편광유지광섬유와;
- <36> 상기 편광 스크램블러와 편광유지광섬유의 사이에 위치하여 편광 스크램블링된 신호의 편광방향을 조절하는 송신단측 편광조절기로 이루어진 송신단을 구비하는 것을 특징으로 한다.
- <37> 본 발명의 다른 실시예에 따른, 편광효과에 의한 시스템 열화의 저감 장치는:
- <38> 광원과;
- <39> 데이터신호에 의해 작동되며, 상기 광원으로부터의 출력을 NRZ 신호로 변조하는 제1 세기 변조기와;
- <40> 상기 데이터 신호와 동기화된 클록 주파수 신호로 구동되며, 상기 변조된 NRZ 신호를 RZ 신호로 변조하는 제2 세기 변조기와;

- <41> 상기 변조된 RZ 신호의 편광방향이 자신의 편광축에 45도 각도로 조절된 상태로 입사되게 하여 편광에 따른 군속도 차이를 발생시키는 편광유지광섬유와;
- <42> 상기 제2 세기 변조기와 편광유지광섬유의 사이에 위치하여 상기 변조된 RZ 신호의 편광 방향을 조절하는 송신단측 편광조절기로 이루어진 송신단을 구비하는 것을 특징으로 한다.
- <43> 본 발명의 또 다른 실시예에 따른, 편광효과에 의한 시스템 열화의 저감 장치는:
- <44> 광원과;
- <45> 데이터신호에 의해 작동되며, 상기 광원으로부터의 출력을 NRZ 신호로 변조하는 제1 세기 변조기와;
- <46> 상기 데이터 신호와 동기화된 클록 주파수 신호로 구동되며, 상기 변조된 NRZ 신호가 한 비트 내에서 두 개의 수직한 편광성분을 동시에 가지도록 편광변조하는 편광 스크램블러와;
- <47> 상기 편광 변조된 NRZ 신호의 편광방향을 조절하는 송신단측 편광조절기;
- <48> 로 이루어진 송신단을 구비하는 것을 특징으로 한다.
- <49> 이하, 첨부도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예에 대해 설명한다.
- <50> 도 1은 편광모드분산 및 편광의존이득, 그리고 편광의존손실 등 모든 편광효과에 의한 시스템 열화를 줄이기 위한 본 발명의 일 실시예의 방법의 원리를 나타낸 개략적 구성도이다. 이 방법에서는, 광신호의 편광정도를 최소화하기 위해, 송신단에서 NRZ(Non Return to Zero) 신호의 편광을 한 비트 내에서 서로 수직한 편광을 가지는 두개의 부분으로 나누었다. 따라서,  $A_x$ (또는  $B_x$ )와  $A_y$ (또는  $B_y$ )는 서로 수직한 편광상태를 가지게 된다. 또한,  $A_x$ 와  $B_x$ 의 위상이 서로 반대가 되도록 함으로써 편광모드 분산에 의해 신호의 편광정도가 다시 증가되는 것을 방지



하였다. 이 때,  $A_x$ 와  $B_x$ 의 위상이 같다면, 편광모드분산(Polarization Mode Dispersion)을 일으키는 광선로(110)를 진행하면서 편광모드분산을 겪어,  $A_x$ 와  $A_y$ 가 합쳐져서 생긴 부분과  $B_x$ 와  $B_y$ 가 합쳐져서 생긴 부분의 편광이 일치하게 되므로 신호의 편광정도가 점점 증가하게 된다. 그러나, 본 발명의 방법에서는 이와 같이 편광모드분산에 의해 겹쳐지는 부분이 서로 반대의 편광을 가지게 되므로 편광정도가 증가하는 것을 효과적으로 억제할 수 있다. 편광모드분산에 의해 발생하는 비트 간의 상호 간섭을 없애기 위해 자동 편광조절기(100)를 두어 송신단에서 나오는 신호광이  $A_x$ (또는  $B_x$ )는 광 전송선로의 느린 편광축에  $A_y$ (또는  $B_y$ )는 빠른 편광축에 입사하도록 하였다. 따라서, 광 전송선로 상에서 편광모드분산을 겪을 경우  $A_x$ (또는  $B_x$ )와  $A_y$ (또는  $B_y$ )가 서로 겹치게 되어 NRZ 신호가 RZ(Return to Zero) 신호로 변환된다. 이러한 방법은 편광모드분산에 의한 비트 간의 상호 간섭을 피할 수 있을 뿐 아니라 NRZ 신호를 RZ 신호로 변환시키므로 편광모드분산을 겪을 경우 오히려 수신감도를 개선시킨다. 한편, 광선로(110)를 통과한 광신호는 광학탭(optical tap; 120)에 의해 그 일부가 분기되어 모니터(130)에 의해 모니터링된다. 모니터링된 데이터는 제어채널(control channel; 140)을 통해 제어부(150)에 전달되며, 제어부(150)에 의해 자동 편광조절기(100)가 되먹임 제어된다.

<51> 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 장치, 특히 송신단의 개략적 구성도이다. 도 2를 참조하면, 광원인 레이저 다이오드(200)의 출력은 데이터신호에 의해 작동하는 제1 세기변조기(intensity modulator; 210)에 의해 NRZ 신호로 변조된다. 변조된 신호는 데이터 신호와 동기화된 클록 주파수(clock frequency) 신호로 구동되는 제2 세기변조기(220)에 의해 다시 변조되어 RZ 신호로 바뀐다. 이 RZ 신호는, 클록 신호의 절반의 주파수(half clock frequency)를 가지는 신호로 구동되는 편광 스크램블러(230)에 의해 각 인접 비트가 서로 수직한 편광을 가지도록 변조된다. 이와 같이 편광 스크램블링된 신호는, 그 편광방향이 송신단측 편광조절기



(240)에 의해 편광유지광섬유(polarization maintaining fiber; PMF; 250)의 편광축에 45도 각도로 조절된 상태로 편광유지광섬유(250)에 입사된다. 편광유지광섬유(250)는 편광에 따른 군속도 차이를 발생시키므로, 이에 의해 각 비트가 두 개의 편광성분으로 나뉘는 후 한쪽 편광성분만 반 비트만큼 지연된 광신호를 송신단의 출력신호로서 얻게 된다.

<52> 도 3은 본 발명의 방법의 유효성을 입증하기 위한 실험의 구성도를 나타낸다. 도면에서 서로 동일한 구성요소에 대해서는 동일 참조부호로 표시하며, 중복된 설명은 생략하기로 한다. 도 3을 참조하면, 도 2에 도시된 송신단이 그대로 포함되어 있으며, 여기에 추가하여 제1 및 제2 세기 변조기(210, 220)와 편광 스크램블러(230)를 구동하기 위한 데이터 신호, 클록 주파수 신호 및 절반 클록 주파수 신호를 생성하기 위해 사용되는 패턴 생성기(300), 주파수 분배기(frequency divider; 310), 위상지연기(320)가 더 도시되었다. 또한, 도 1의 1차 편광모드분산(PMD)을 가진 광선로(110)를 모사하기 위해 1차 PMD 에뮬레이터(260)를 설치하였으며, 여기서 나온 신호가 수신기(270)에 들어가게 함과 아울러 통신분석기(communication analyzer; 280)와 편광분석기(290)에 의해 분석되게 하였다.

<53> 이와 같은 구성의 실험장치의 동작은 다음과 같다. 우선, 레이저 다이오드(200)의 출력은 제1 세기 변조기(210)에 의해 10Gb/s의 NRZ 신호(PRBS(Pseudo Random Binary Signal):  $2^{31}-1$ )로 변조된다. 이 10Gb/s NRZ 신호는 제2 세기 변조기(220)에 의해 RZ 신호로 변환된다. 이어서, 이 RZ 신호는 리튬



니오베이트( $\text{LiNbO}_3$ ) 편광 스크램블러(230)에 의해 각 인접 비트가 서로 수직한 편광을 가지도록 변조된다. 본 실험에서는, 제1 및 제2 세기 변조기(210, 220)로서  $\text{LiNbO}_3$  외부변조기를 이용되었다. 편광 스크램블링된 신호는 송신단측 편광조절기(240)를 거쳐 편광유지광섬유(PMF; 250)에 45도 각도로 입사되어 각 비트가 두 개의 편광성분으로 나뉘는 후 한쪽 편광성분만 반 비트만큼 지연되었다. 전송 전 본 발명의 방법으로 변조된 신호의 수신감도가 일반적인 NRZ 신호와 같도록 하기 위해 편광유지광섬유의 차등군속도지연(DGD: differential group delay)값이 34ps가 되도록 하였다. 편광유지광섬유(250)를 거친 신호광은 자신의 편광방향을 광선로 모사용 1차 PMD 에멀레이터(260)의 편광축에 맞춰주기 위한 편광조절기(100)를 거쳐서 1차 PMD 에멀레이터(260)로 입사된다. 1차 PMD 에멀레이터(260)를 통과한 광신호는 수신기(270)에 들어감과 아울러 통신분석기(280)와 편광분석기(290)에 의해 분석되었다. 이와 같이 1차 편광모드분산을 겪은 후 광신호의 수신감도(비트 에러율이  $10^{-9}$ 인 경우에 측정)와 편광정도를 측정하여 도 4 내지 6에 나타내었다.

<54> 도 4는 차등군속도지연값(DGD)을 0ps에서 120ps까지 바꾸어 가면서 측정한 수신감도를 보여준다. 차등군속도지연값이 10Gb/s 신호의 한 주기인 100ps 이하일 경우 수신감도가 최대 1.3dB 까지 개선됨을 볼 수 있다. 이는 이 구간에서 편광모드분산에 의해 NRZ 신호가 RZ 신호로 바뀌어졌기 때문이다.

<55> 도 5는 여러 가지 차등군속도지연값에서 신호의 아이(eye) 모양을 나타낸 도면이다. 차등군속도지연값이 0ps일 경우 신호의 아이 모양이 일반적인 NRZ 신호와 거의 동일함을 볼 수 있다. 그러나, 차등군속도지연값이 50ps일 경우 신호가 RZ 신호로 변환되었다. 따라서, 편광모드분산에 의해 오히려 신호의 수신감도가 좋아지는 결과를 얻을 수 있었다. 차등군속도지연값



이 100ps을 넘어갈 경우 신호의 아이가 점점 닫히게 되고 비트간의 상호 간섭이 생기기 시작하므로 수신감도가 나빠지게 된다.

<56> 도 6은 차등군속도지연값에 따른 편광정도의 변화를 보여주는 그래프이다. 본 발명의 방법과 종래의 편광 스크램블링 방법을 비교하기 위해 동기화 된 클록 주파수를 이용한 편광스크램블링 방법의 경우에 대해서도 편광모드분산에 따른 편광정도를 측정하였다. 도 6을 참조하면, 종래의 편광 스크램블링 방법의 경우 차등군속도지연값이 증가함에 따라 편광정도가 최대 70%까지 증가함을 볼 수 있다. 이는 스크램블링에 의해 나누어진 두 편광성분이 편광모드분산을 겪으면서 다시 합쳐진 후 하나의 편광성분을 가지기 때문이다. 그러나, 본 발명의 방법을 사용할 경우 차등군속도지연값에 상관없이 신호의 편광정도를 25% 이내로 유지할 수 있었다.

<57> 도 7은 편광모드분산만을 보상하기 위해 송신단을 간략화시킨 본 발명의 다른 실시예에 따른 방법의 원리를 나타내는 개략적 구성도이다. 도 7을 참조하면,  $A_x$ 와  $B_x$ 의 위상이 같다는 것을 제외하고는 도 1에 도시된 바와 동일하다. 일반적으로 광선로의 길이가 아주 길지 않은 경우 편광의존이득과 편광의존손실에 의한 광신호대 잡음비 감소 효과는 무시할 만 하다. 따라서, 이 경우에는 편광모드분산에 의한 시스템 열화가 전체 시스템의 성능을 제한하는 가장 큰 요인이 된다. 이 경우 도 7에서와 같이,  $A_x$ 와  $B_x$ 의 위상을 같게 함으로써 송신단을 간단히 할 수 있다. 편광모드분산에 의해 발생하는 비트간의 상호 간섭을 없애기 위해 송신단의 다음에 자동 편광조절기(100)를 두어,  $A_x$ (또는  $B_x$ )는 광 전송선로의 느린 편광축에  $A_y$ (또는  $B_y$ )는 빠른 편광축에 입사하도록 하였다.

<58> 도 8은 도 7에 설명된 방법을 구현하기 위한 본 발명의 다른 실시예에 따른 장치를 나타낸 개략적 구성도이다. 도 8을 참조하면, 광원인 레이저 다이오드(200)의 출력은 데이터신호에



의해 작동하는 제1 세기변조기(210)에 의해 NRZ 신호로 변조된다. 변조된 신호는 데이터 신호와 동기화된 클록 주파수 신호로 구동되는 제2 세기변조기(220)에 의해 다시 변조되어 RZ 신호로 바뀐다. 이 RZ 신호는, 그 편광방향이 송신단측 편광조절기(240)에 의해 편광유지광섬유(250)의 편광축에 45도 각도로 조절된 상태로 편광유지광섬유(250)에 입사된다. 편광유지광섬유(250)는 편광에 따른 군속도 차이를 발생시키므로, 이에 의해 각 비트가 두 개의 편광성분으로 나뉘는 후 한쪽 편광성분만 반 비트만큼 지연된 광신호를 송신단의 출력신호로서 얻게 된다.

<59> 도 9는 도 7에 설명된 방법을 구현하기 위한 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 장치를 나타낸 개략적 구성도이다. 도 9를 참조하면, 광원인 레이저 다이오드(200)의 출력은 데이터 신호에 의해 작동하는 제1 세기변조기(210)에 의해 NRZ 신호로 변조된다. 변조된 신호는 데이터 신호와 동기화된 클록 주파수 신호로 구동되는 편광스크램블러(230)에 의해 한 비트 내에서 두 개의 편광성분을 동시에 가지도록 편광변조된다. 이렇게 편광변조된 NRZ 신호의 편광방향은 송신단측 편광조절기(240)에 의해 조절된다.

<60> 이와 같이 본 발명의 실시예에 대해 설명하였지만, 본 발명은 상기 실시예에만 한정되는 것은 아니며, 본 발명의 기술적 사상 내에서 당 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 많은 변형이 가능함은 명백하다.

#### 【발명의 효과】

<61> 상기한 본 발명에 따르면, 편광의존이득, 편광의존손실 및 편광모드분산에 의한 시스템 열화를 동시에 줄일 수 있다. 더욱이, 편광모드분산에 의해서 신호의 편광정도가 다시 증가하





는 것을 효과적으로 억제할 수 있다. 뿐만 아니라 신호가 편광모드분산을 겪을 경우 신호의 파형이 NRZ에서 RZ로 변환되어 오히려 수신감도를 개선시킬 수 있으므로 편광모드분산에 의한 시스템 열화를 최소화시킬 수 있다.



【특허청구범위】

【청구항 1】

빠른 편광축 및 느린 편광축을 가지는 광선로를 포함하는 광전송 시스템에서 광신호를 전송할 경우 편광효과에 의해 발생하는 시스템 열화를 저감하기 위한 방법에 있어서,

상기 광선로에서의 편광모드분산을 보상하기 위해 전송하기 전에 송신단에서 광신호를 한 비트 내에서 두개의 서로 수직한 편광성분들을 가지도록 만드는 제1 단계와;

상기 수직한 편광성분들 중 한 편광성분은 상기 광선로의 빠른 편광축에 입사시키고 다른 한 편광성분은 느린 편광축에 입사시켜 편광모드분산을 겪을 경우 펄스 폭이 줄어드는 효과를 이용하여 편광모드분산의 영향을 억제하는 제2 단계;

를 구비하는 것을 특징으로 하는 시스템 열화의 저감방법.

【청구항 2】

제1항에 있어서, 상기 제1 단계가:

(a) 데이터 신호에 의해 구동되는 제1 세기 변조기를 이용하여 광원의 출력을 NRZ 신호로 변조하는 단계와;

(b) 상기 데이터 신호와 동기화된 클록 주파수 신호로 구동되는 제2 세기 변조기를 이용하여 상기 NRZ 신호를 RZ 신호로 변조하는 단계와;



(c) 상기 데이터 신호의 주기의 30~70%에 해당하는 차등군속도지연을 유발하는 소자에 상기 RZ 신호를 기준 편광축에 45도 각도로 입사시켜 한 쪽 편광만 상기 데이터 신호의 주기의 30~70% 만큼 지연시키는 단계;

인 것을 특징으로 하는 시스템 열화의 저감방법.

### 【청구항 3】

제2항에 있어서, 상기 (c) 단계에서 상기 차등군속도지연 유발 소자가 편광유지광섬유인 것을 특징으로 하는 시스템 열화의 저감방법.

### 【청구항 4】

제1항에 있어서, 상기 제1 단계가:

(a) 데이터 신호에 의해 구동되는 세기 변조기를 이용하여 광원의 출력을 NRZ 신호로 변조하는 단계와;

(b) 상기 데이터 신호와 동기화된 클록 주파수 신호로 구동되는 편광 스크램블러를 이용하여 상기 NRZ 신호를, 한 비트의 30~70% 비율만 편광을 수직한 편광으로 돌려주는 단계;

로 이루어져, 송신단의 출력 광신호가 한 비트 내에서 두 개의 편광을 동시에 가지도록 한 것 특징으로 하는 시스템 열화의 저감방법.

### 【청구항 5】

제1항에 있어서, 상기 제1 단계에서, 신호의 편광정도를 최소화하고 편광모드분산에 의해 편광정도가 증가하는 것을 억제하기 위해 인접 비트 간에 두 수직한 편광성분 중 한쪽 편광 성분은 서로 같은 위상을 가지고 나머지 다른 한쪽의 편광성분은 서로 다른 위상을 갖도록 신호가 변조되는 것을 특징으로 하는 시스템 열화의 저감방법.

**【청구항 6】**

제5항에 있어서, 상기 제1 단계가:

- (a) 데이터 신호에 의해 구동되는 제1 세기 변조기를 이용하여 광원의 출력을 NRZ 신호로 변조하는 단계와;
- (b) 상기 데이터 신호와 동기화된 클록 주파수 신호로 구동되는 제2 세기 변조기를 이용하여 상기 NRZ 신호를 RZ 신호로 변조하는 단계와;
- (c) 상기 클록 주파수 신호의 절반에 해당하는 구형파 또는 정현파로 구동되는 편광 스크램블러를 이용하여, 상기 RZ 신호의 각 인접 비트가 서로 수직한 편광상태를 가지도록 한 비트씩 걸러가면서 편광을 바꾸어주는 단계와;
- (d) 상기 데이터 신호의 주기의 30~70%에 해당하는 차등군속도지연을 유발하는 소자에, 상기 (c) 단계에서 발생시킨 각 비트별로 편광변조된 RZ 신호를 각 비트가 모두 기준 편광축에 45도 각도로 입사되도록 하여 각 비트를 다시 두 편광성분으로 나눈 후, 한쪽 편광성분만 상기 데이터 신호 주기의 30~70% 만큼 지연시키는 단계;

로 이루어져, 한 비트 내에서 두 개의 편광을 동시에 가지면서, 그 두 편광성분 중 하나는 인접 비트와 동일한 위상을 가지고, 다른 한 편광성분은 인접 비트와 반대의 위상을 가지도록 한 것을 특징으로 하는 시스템 열화의 저감방법.

**【청구항 7】**

편광효과에 의한 시스템 열화의 저감 장치에 있어서,

광원과 ;



데이터신호에 의해 작동되며, 상기 광원으로부터의 출력을 NRZ 신호로 변조하는 제1 세기 변조기와;

상기 데이터 신호와 동기화된 클록 주파수 신호로 구동되며, 상기 변조된 NRZ 신호를 RZ 신호로 변조하는 제2 세기 변조기와;

상기 클록 신호의 절반의 주파수를 가지는 신호로 구동되며, 상기 변조된 RZ 신호를 각 인접 비트가 서로 수직한 편광을 가지도록 변조된 바꾸어주는 편광 스크램블러와;

상기 편광 스크램블링된 신호의 편광방향이 자신의 편광축에 45도 각도로 조절된 상태로 입사되게 하여 편광에 따른 군속도 차이를 발생시키는 편광유지광섬유와;

상기 편광 스크램블러와 편광유지광섬유의 사이에 위치하여 편광 스크램블링된 신호의 편광방향을 조절하는 송신단측 편광조절기;

로 이루어진 송신단을 구비하는 것을 특징으로 하는 시스템 열화의 저감 장치.

#### 【청구항 8】

편광효과에 의한 시스템 열화의 저감 장치에 있어서,

광원과 ;

데이터신호에 의해 작동되며, 상기 광원으로부터의 출력을 NRZ 신호로 변조하는 제1 세기 변조기와;

상기 데이터 신호와 동기화된 클록 주파수 신호로 구동되며, 상기 변조된 NRZ 신호를 RZ 신호로 변조하는 제2 세기 변조기와;

상기 변조된 RZ 신호의 편광방향이 자신의 편광축에 45도 각도로 조절된 상태로 입사되게 하여 편광에 따른 군속도 차이를 발생시키는 편광유지광섬유와;



1020030021893

출력 일자: 2004/3/5

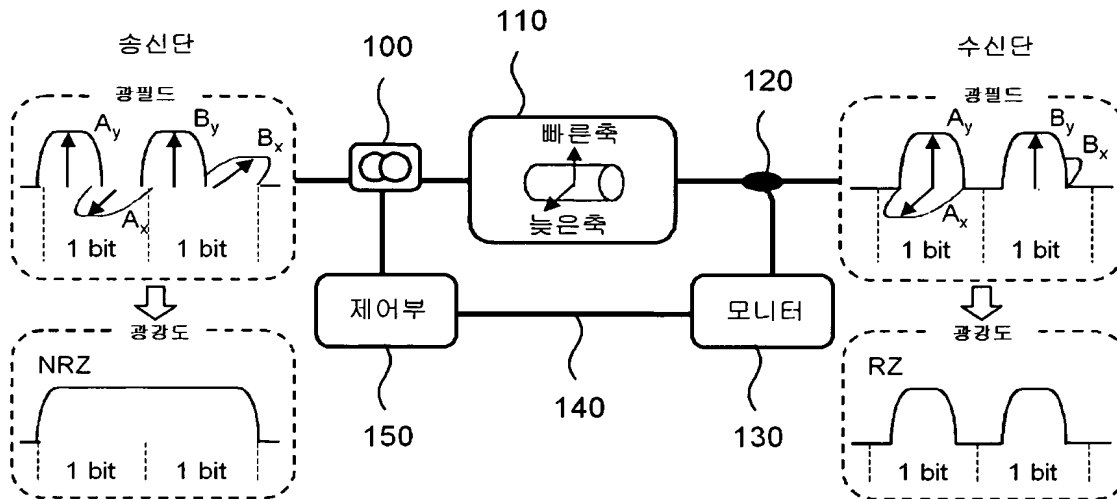
상기 제2 세기 변조기와 편광유지광섬유의 사이에 위치하여 상기 변조된 RZ 신호의 편광방향을 조절하는 송신단측 편광조절기;

로 이루어진 송신단을 구비하는 것을 특징으로 하는 시스템 열화의 저감 장치.

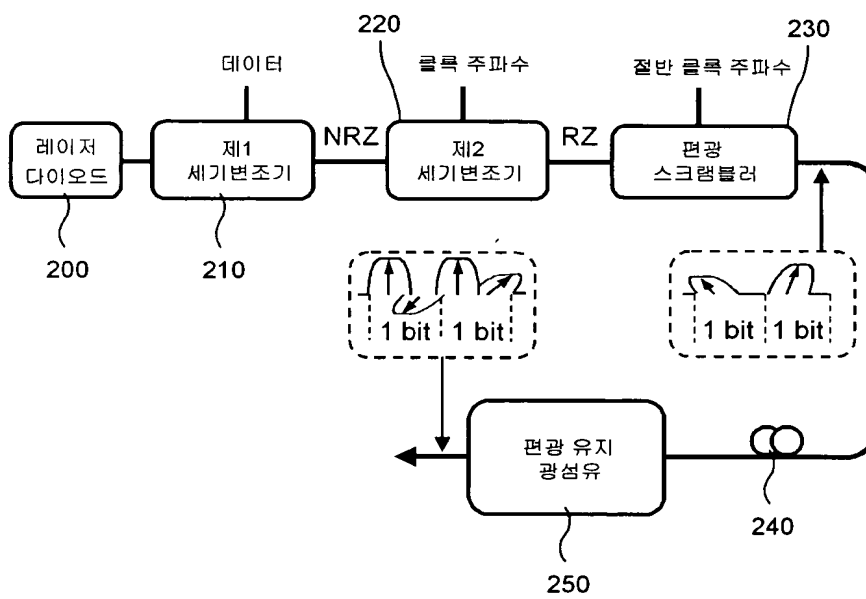


## 【도면】

【도 1】

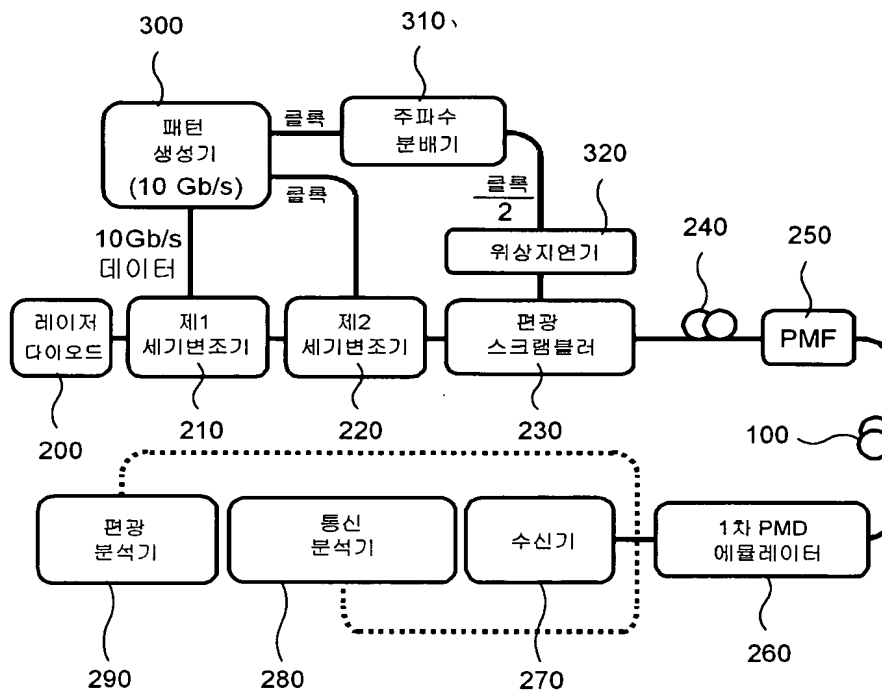


【도 2】

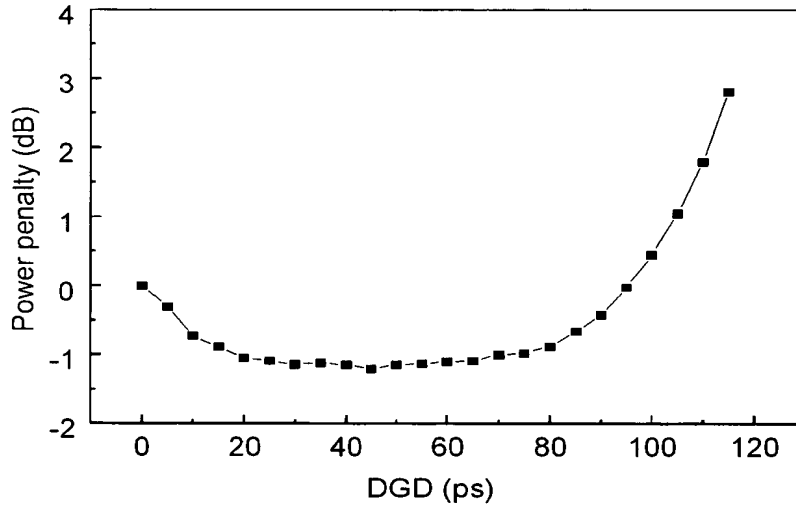




【도 3】



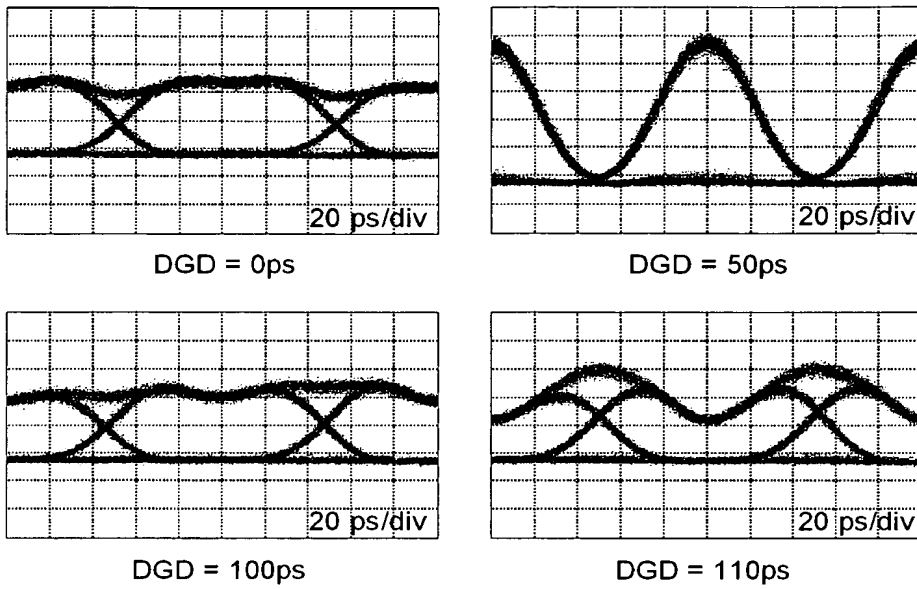
【도 4】



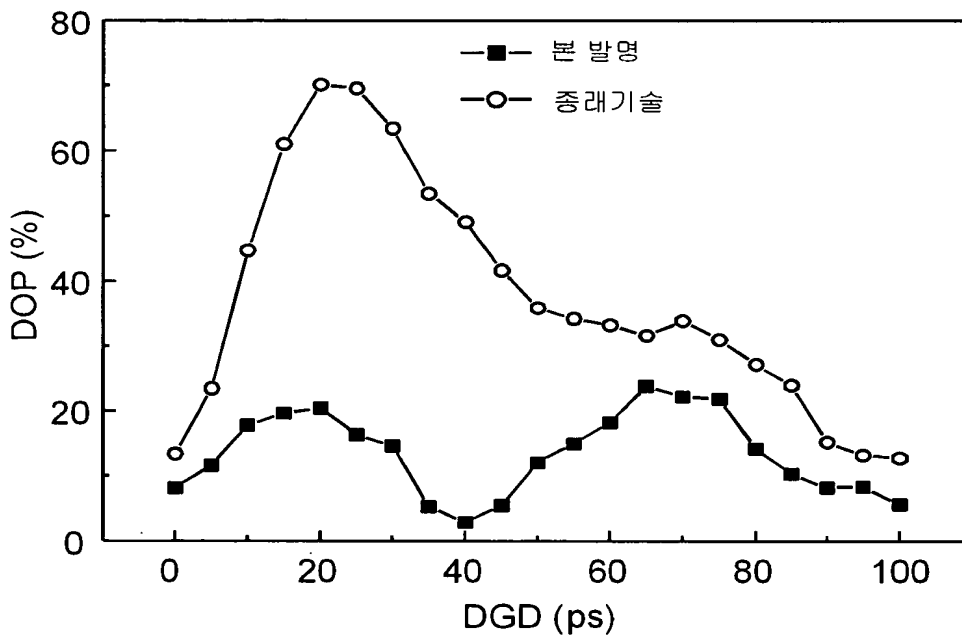




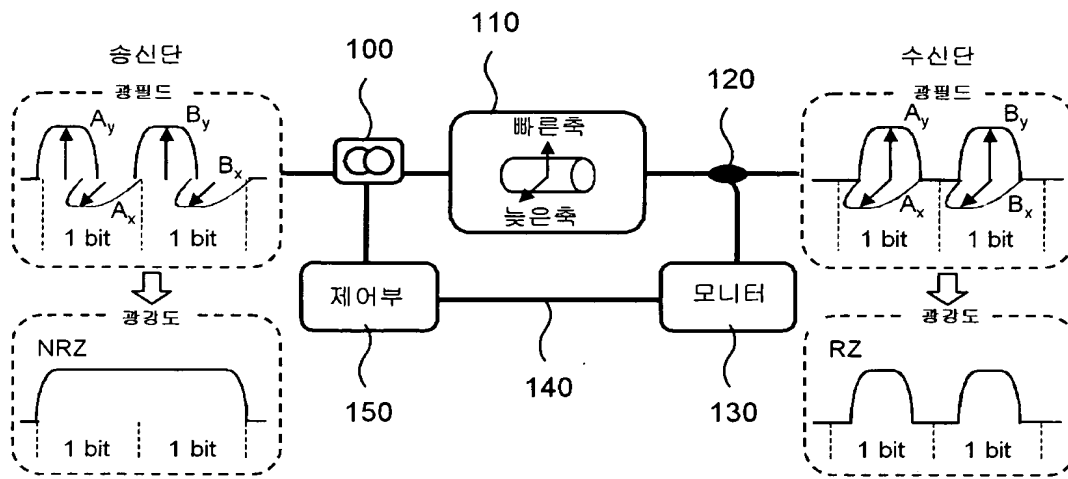
【도 5】



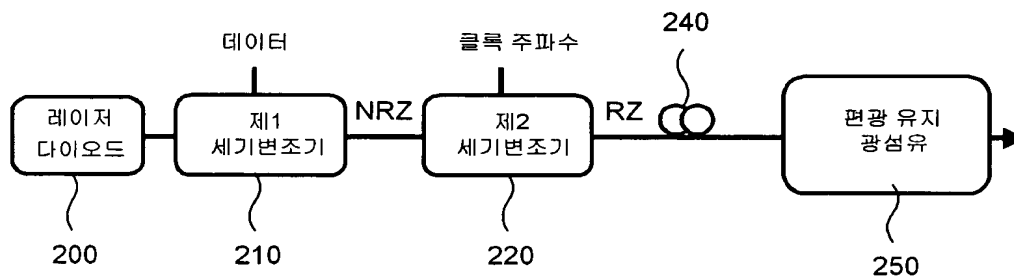
【도 6】



【도 7】



【도 8】



【도 9】

